

EESTI MAAÜLIKOOL

Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

Elen Horeva

KÜÜSLAUGUEKSTRAKTIDE TOIME NAERIKAHJURITELE
THE INFLUENCE OF GARLIC EXTRACTS ON TURNIP PESTS

Magistritöö
Aianduse õppekava

Juhendajad: Angela Ploomi, PhD

Katrin Jõgar, PhD

Tartu 2017

| | | | |
|--|--------------|-------------------------------------|-----------|
| Eesti Maaülikool | | Magistritöö lühikokkuvõte | |
| Kreutzwaldi 1, Tartu 510140 | | | |
| Autor: Elen Horeva | | Õppekava: aianduse magistriõppekava | |
| Pealkiri: Kүүslauguekstraktide toime naerikahjuritele | | | |
| Lehekülgi: 32 | Jooniseid: 5 | Tabeleid: 0 | Lisaid: 0 |
| <p>Osakond: Taimekaitse osakond</p> <p>Uurimisvaldkond: Põllumajandusteadus B390. Taimekasvatus, taimekaitsevahendid, entomoloogia, taimehaigused</p> <p>Juhendajad: teadur Angela Ploomi, PhD, dotsent Katrin Jõgar, PhD</p> <p>Kaitsmiskoht ja -aasta: Tartu 2017</p> | | | |
| <p>Ristõielistel kõõgiviljakultuuridel (kapsas, kaalikas ja naeris) on palju kahjureid. Olulisemad naerikahjurid on kapsakärbes <i>Delia radicum</i> L., naksurlased (<i>Elateridae</i>) ja õõlased (<i>Noctuidae</i>), kelle vastsed kaevandavad naeri juurviljades, muutes neid söõgi- ja müügikõõlmatuteks. Taimseid ekstrakte kasutatakse keskkonnasõõbralikus kahjuritõõrjes, eriti maheviljeluses. Kirjanduses on andmeid, et kүүslauguekstraktil on insektitsiidne toime ning seda võõb kasutada kapsakõõrbe tõõrjel. Kõõsoleva tõõ katsed viidi lõõbi 2015. ja 2016. aastal, eesmõõrkidega hinnata kүүslauguekstraktide toimet naerikahjuritele ja naeri juurvilja massile. Katsesse valiti naeri (<i>Brassica rapa</i> subsp. <i>rapa</i>) sort 'Goldana' lühikese kasvuperioodi tõõttu. Katsetes kasutati võõrske kүүslaugu ja kүүslaugupulbri ekstrakte. Katses kasutatud kүүslauguekstraktide kontsentratsioonid ei võõhendanud naerikahjurite kahjustust. Võõrske kүүslaugu ekstrakti ja kүүslaugupulbri ekstrakti toime õõksteisest ei erinenud. Lisaks ei mõõjutanud kүүslauguekstraktid naeri juurviljade massi.</p> | | | |
| Mõõrksõõnad: <i>Allium sativum</i> , <i>Delia radicum</i> , taimeekstrakt, insektitsiid, roheline seep | | | |

| | | | |
|--|------------|-----------------------------|---------------|
| Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014 | | Abstract of Master's Thesis | |
| Author: Elen Horeva | | Speciality: horticulture | |
| Title: The influence of garlic extracts on turnip pests | | | |
| Pages: 32 | Figures: 5 | Tables: 0 | Appendixes: 0 |
| Department: Department of Plant Protection | | | |
| Field of research: Agricultural Sciences B390. Phytotechny, horticulture, crop protection, phytopathology | | | |
| Supervisors: Researcher Angela Ploomi, PhD, Associate Professor Katrin Jõgar, PhD, | | | |
| Place and date: Tartu, 2017 | | | |
| Cabbage root fly is economically important pests that reduce the quality of the most mustard family crops. Larvae of turnip pests mine in the turnip roots, making vegetables unsuitable for marketing and consumption. According to the literature, garlic extract has insecticidal influence on turnip pests. Experiments of the thesis were carried out in 2015 and in 2016 with the aim to evaluate the influence of garlic extract on turnip pests and turnip vegetable mass. In the experiments was used turnip cultivar 'Goldana' due its short growing season. Garlic extract concentrations that were used in the experiment did not reduce the damage of turnip pests. Fresh garlic extract and garlic powder extract effects did not differ from each other. Neither did garlic extract influence the turnip root mass. | | | |
| Keywords: <i>Allium sativum</i> , <i>Delia radicum</i> , plant extract, insecticide, fatty acid potassium salt | | | |

SISUKORD

| | |
|--|----|
| SISUKORD..... | 4 |
| SISSEJUHATUS..... | 5 |
| 1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE | 7 |
| 1.1. Naeris (<i>Brassica rapa</i> var. <i>rapa</i> L.) | 7 |
| 1.2. Kүүslauk ja tema insektitsiidne toime..... | 8 |
| 1.3. Naeri juurviljade olulisemad kahjurid..... | 9 |
| 1.3.1. Kapsakärbes (<i>Delia radicum</i> L.) | 9 |
| 1.3.2. Öölased (<i>Lepidoptera: Noctuidae</i>)..... | 10 |
| 1.3.3. Naksurlased (<i>Coleoptera: Elateridae</i>) | 10 |
| 1.4. Ristõieliste taimede kaitsemehhanismid | 11 |
| 1.5. Roheline seep | 12 |
| 2. MATERJAL JA METOODIKA | 14 |
| 2.1. Katsekultuur | 14 |
| 2.2. Katseputukad..... | 14 |
| 2.3. Kүүslauguekstraktid..... | 14 |
| 2.4. Naeri juurviljade kahjustuste hindamine | 15 |
| 2.5. Ilmastikuandmed | 15 |
| 2.6. Statistiline analüüs | 17 |
| 3. TULEMUSED..... | 18 |
| 3.1. Kүүslauguekstraktide toime naeri juurviljade kahjustusele 2015. aastal | 18 |
| 3.2. Kүүslauguekstraktide toime naeri juurviljade kahjustusele 2016. aastal | 19 |
| 3.3. Kүүslauguekstraktide toime naeri juurviljade massile 2015. ja 2016. aastal..... | 20 |
| 4. ARUTELU | 22 |
| KOKKUVÕTE..... | 24 |
| KASUTATUD KIRJANDUS | 25 |
| THE INFLUENCE OF GARLIC EXTRACTS ON TURNIP PESTS SUMMARY | 30 |

SISSEJUHATUS

Mahetoit on muutumas üha populaarsemaks kogu maailmas, sest tarbijad on teadvustanud mahetoidu kasulikkuse. Eesti tingimustes on võimalik toota kvaliteetset mahetoodangut (Luik, 2014). Maheköögivilja kasvatati 2016. aastal Eestis vaid 95 hektaril, mida on isegi vähem kui aasta tagasi. Praegune kvaliteetse toodangu maht ja valik vaatamata köögivilja kõrgele hinnale nõudlust ei rahulda (Vetemaa & Mikk, 2017). Keskkonnasõbralikus taimekasvatuses on probleemiks taimekahjustajate (kahjurid ja haigused, umbrohud) ennetamine ja tõrje ning nende probleemide lahendamiseks on tarvis laialdasemat teadustuge (Luik, 2014).

Eesti maaelu arengukava (MAK) 2014–2020 üheks eesmärgiks on keskkonnasõbralike tegevuste rakendamise toetamine aianduskultuuride kasvatamisel. Selle toetuse spetsiifiliseks eesmärgiks on vähendada taimekaitsevahendite kasutamist (MAK 2014–2020). Taimsete ekstraktide kasutamine on keskkonnasõbralik kahjurputukate tõrjeviis, sest ekstraktid lagunevad kiiresti ümbritsevale keskkonnale ohututeks algühenditeks ega kogune toiduahelasse (Isman, 1997; Luik, 2012).

Küüslauku (*Allium sativum* L.) kui tuntud insektitsiidsete omadustega taime on kasutatud nii puutemürgina (nt lehetäid, lehekirbud) kui ka kahjurite peletajana (nt kapsaliblikad, maasika-õielõikaja) (Metspalu, 2017).

Ristõieliste (*Brassicaceae*) sugukonda kuuluvatel köögiviljakultuuridel on palju kahjureid. Lühikese kasvuajaga naeri (*Brassica rapa* var. *rapa* L.) kaubanduslikku välimust ja söögikõlblikkust rikuvad mitmed juurviljades kaevandavad kahjurid (Metspalu & Hiisaar, 2002; Shah *et al.*, 2015; Metspalu, 2017).

Käesoleva magistritöö ülesandeks oli välja selgitada küüslauguekstraktide mõju naerikahjuritele.

Magistritöö eesmärgid:

1. Uurida küüslauguekstraktide toimet naerikahjuritele.
2. Selgitada küüslauguekstraktide toimet naeri juurviljade massile.

Püstitatud hüpoteesid:

1. Küüslauguekstraktid vähendavad naerikahjurite arvukust.
2. Värske küüslaugu ekstrakt on naerikahjurite tõrjel olulisemalt tugevama toimega kui küüslaugupulbri ekstrakt.
3. Küüslauguekstraktide kasutamisel on naeri juurviljade mass suurem.

Autor on tänulik oma juhendajatele teadur Angela Ploomile ja dotsent Katrin Jõgarile heade nõuannete eest katsetööde planeerimisel ja läbiviimisel ning töö koostamisel. Tänuõnad kuuluvad ka Riigi Ilmateenistusele ilmastikuandmete eest. Töö teostati projektide ETF9449 ja IUT36-2 toetusel.

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1. Naeris (*Brassica rapa* var. *rapa* L.)

Naerist (*Brassica rapa* var. *rapa* L.) on tarvitanud inimesed toiduks ja loomasöödaks juba muistsetest aegadest. Vahemeremaadest pärinevat naerist kasvatatakse Euroopas, Aasias ja Ameerikas, kuid laialdasemalt Euroopa jahedamates piirkondades, kus naeris kasvab hästi ja juurvilju saab peale koristust mitmeid kuid säilitada (Sasaki & Takahashi, 2002; Liang *et al.*, 2006; Smilli, 2010).

Ristõieliste (*Brassicaceae*) sugukonda kuuluv naeris on lühikese kasvuajaga (1–2 kuud) pikapäevataim. Esimesel aastal kasvatab taime leheroseti ja lihaka juurvilja (juure), teisel aastal õitseb ja viljub. Olenevalt sordist võib juurvili olla lapik, lapikümarik, ümar või piklik, enamasti kollase, harvemini valge koore ja sisuga. Taime lehed on sulglõhised, kuid mõnel sordil terved, mõlemalt poolt lühikarvased. Õisikuvarred on püstised ja harunevad, väikesed sidrunkollased õied harunevas pöörises, vili on kõder. Naerist väärtustatakse mineraalainete ja vitamiinide sisalduse tõttu (Naeris. Eesti Entsüklopeedia). Naerist on leitud 14 kasulikku antioksüdatiivset fenoolset ühendit ja 6 orgaanilist hapet (Fernandes *et al.*, 2007). Juurviljas on rohkelt C-vitamiini, lehed sisaldavad A-, B9- ja C- vitamiini ning kaltsiumi (Shah *et al.*, 2015). Eeterlike õlide sisalduse tõttu toimib naeris isutekitavalt (Naeris. Eesti Entsüklopeedia).

Naeritaimed on kiire kasvutempoga ja vajavad seetõttu viljakat mulda. Naerist kasvatatakse pärast kultuuri, mida on väetatud sõnniku või muu väetisega. Naeris eelistab neutraalset kuni nõrgalt aluselist mulda ning kasvutemperatuuri +5...+24 °C. Naeri kasvuaegne hooldamine seisneb põhiliselt umbrohutõrjes, pealtväetamises ning kahjurite- ja haiguste tõrjes. Põua ajal tuleks naerist võimalusel kasta, sest niiskusepuudusel jäävad juurviljad väikeseks ja muutuvad puiseks (Kaalika ITK suunised; Turnip...01.04.2017).

Naeri kaubanduslikku väärtust ja söögikõlblikkust rikuvad juurviljades kaevandavad kapsakärbse (*Delia radicum* L.), kaalikakärbse (*Delia floralis* Fall.), naksurlaste

(*Coleoptera: Elateridae*) ja öölaste (*Lepidoptera: Noctuidae*) vastsed (Metspalu & Hiiesaar, 2002; Shah *et al.*, 2015; Metspalu, 2017).

1.2. Kүүslauk ja tema insektitsiidne toime

Sugukonda laugulised (*Alliaceae*) kuuluv kүүslauk on ülemaailmse levikuga ravim- ja toidutaim, mida kasvatatakse parasvöötmeest subtroopikani (Pandey, 2012). Kүүslaugul on põhiliselt kaht tüüpi sorte: putkumatud ja putkuvad. Putkuval kүүslaugul areneb liitsibula keskelt välja õisikuvars, mille tippu moodustuvad väikesed sigisibulad. Taim ei hakka õitsema ja ehtsaid seemneid ei moodusta. Seetõttu kasutataksegi kүүslaugu paljundamiseks kas kүүsi või varrel tekkinud sigisibulaid (Põldma, 2015). Nii kүүslaugu sibulat kui ka rohelist lehti kasutatakse toiduainetetööstuses. Suure fütontsiidide sisalduse tõttu kasutatakse kүүslauku farmaatsiatööstuses ja rahvameditsiinis. Kibeda maitse ja eriomase lõhna annab kүүslaugule bakteritsiidse toimega eeterlik õli allitsiin (Kүүslauk. Eesti Entsüklopeedia).

Isman *et al.* (2011) andmetel võivad taimsed eeterlikud õlid olla efektiivsed ka kahjuritõrjes, näiteks toimides putukatele ja lestadele närvimürkidenä ning vähendatud kontsentratsioonides (subletaalsed kontsentratsioonid) mõjutada putukate käitumist. Pehme kehatetega ja imemissuistega putukad on taimsetele pritsimislahustele tundlikumad kui haukamissuistega ja tugevamate kehatetega putukad (Isman *et al.*, 2011).

Mitmed uuringud on tõestanud kүүslaugu insektitsiidset toime kahjurputukatele (Prowse *et al.*, 2006; Kimbaris *et al.*, 2009). Kүүslauk sisaldab rohkelt väävlühendeid (diallүүlsulfiid, diallүүldisulfiid ja diallүүltrisulfiid), mis põhjustavad kahjurite suremuse (Yang *et al.*, 2012). Eespool nimetatud ained tekivad allitsiinist, mis laguneb termilisel töötlusel väävlühenditeks. Kүүslaugu väävlühendid diallүүldisulfiid ja diallүүltrisulfiid põhjustavad kõrgete kontsentratsioonide juures sääsevastsete suremuse (Kimbaris *et al.*, 2009).

Prowse *et al.* (2006) andmetel mõjus kүүslauguekstrakt kapsakärbse ja hariliku toakärbse (*Musca domestica* L.) munadele, vastsetele ja valmikutele surmavalt. Lisaks leiti antud uurimuses, et kүүslauguekstrakt põhjustas kärbeste munade kestade paksenemise, kusjuures

samal ajal vastsed arenesid munades normaalselt, kuid hiljem ei suutnud vastsed paksenenud munakesta tõttu kooruda. Samasugusele tulemusele jõudis ka Jarial (2001) katses sääsega *Aedes aegypti* (L.).

Küüslaugul on ka kahjurputukaid peletav toime, näiteks avaldas küüslaugu eeterlik õli öölasele *Anticarsia gemmatilis* Hübner peletavat toimet (Ribeiro *et al.*, 2015). Copping & Duke (2007) järgi tuleks küüslauguekstrakti lutikaliste (*Heteroptera: Miridae*) efektiivseks peletamiseks taimedele pritsida enne putukate ilmumist. Jaastad *et al.* (2009) andmetel peletab küüslauk lutikalisi, kuid ei põhjusta nende suremust, mis näitab, et küüslaugu mõju putukaliikidele on erinev.

1.3. Naeri juurviljade olulisemad kahjurid

1.3.1. Kapsakärbes (*Delia radicum* L.)

Kapsakärbes (*Delia radicum* syn. *D. brassicae* L.) põhjustab ristõieliste sugukonna taimedele suurt kahju (Ahuja *et al.*, 2010; Pierre *et al.*, 2011). Kapsakärbsel on kaks põlvkonda aastas (Pallum, 2000). Kapsakärbes talvitub nukuna mullas ja valmikud kooruvad mai keskel või lõpus (Pallum, 2000; Buczaski & Harris, 2010). Peremeestaime leidmine sõltub mitmest tegurist. Emased kärbsed leiavad ristõielised taimed üles lenduvate ühendite glükosinolaatide ja isotiotsüanaatide kaudu (Neveu *et al.*, 2002; Ahuja *et al.*, 2010; Pierre *et al.*, 2011). Kapsakärbes muneb peremeestaime lähedale mullapinnale või taime juurekaelale (Buczaski & Harris, 2010). Munadest koorunud vastsed toituvad taimede narmasjuurtest ja hiljem tungivad edasi peajuurde (Ahuja *et al.*, 2010). Kapsakärbse vastsed on umbes 8 mm pikkused valged vaglad, kes toituvad taime juurtest ligi kuu aega kuni nukkumiseni. Vaklade toitumise tagajärjel taimed võivad hukkuda, väheneb saak, õitsemine ja vegetatiivne kasv ning juurviljad muutuvad söögi- ja müügikõlbmatuks. Vastsetega koloniseeritud noortel taimedel on kõrge suremus, kuid õigeajalisel taimekaitsetööde tegemisel taimed taastuvad. Taastunud taimed annavad võrreldes tervete taimedega vähem kvaliteetset saaki (De Jong & Städler, 1999).

1.3.2. Öölased (*Lepidoptera: Noctuidae*)

Öölased (*Lepidoptera: Noctuidae*) on mitmetoidulised kahjurid, kelle haukamissuistega röövikud on aktiivsed öösiti ja kes toituvad taimede lehtedest, vartest, viljadest, juurtest ja mugulatest (Kaalika ITK suunised). Öölased talvituvad mullas nukuna (Buczacki & Harris, 2010). Liblikad lendlevad juuni lõpust kuni sügiseni. Emased liblikad munevad 30–50 munakogumiku kultuurtaimedele või umbrohtude lehtedele ja vartele. Emasliblikas võib 1–2 nädala jooksul muneda kuni 1000 muna. Sõltuvalt temperatuurist kooruvad vastsed munadest 1-2 nädalat hiljem. Suve jooksul toituvad röövikud enne nukkumist 1-2 kuud. Öölasel nagu ka kapsakärbsel on mitu põlvkonda. Esimene põlvkond tegutseb juunis-juulis ja teine põlvkond on aktiivne augustis-septembris (Buczacki & Harris, 2010). Naeri juurvilju võivad kahjustada näiteks põlluöölane (*Agrotis exclamationis* L.) või oraseöölane (*Agrotis segetum*, syn. *Scotia segetum* Denis & Schiffermüller). Tõrjet tehakse liblikate lendluse ajal või enne vastsete mulla sisse minekut (Kaalika ITK suunised).

1.3.3. Naksurlased (*Coleoptera: Elateridae*)

Naksurlaste (*Coleoptera: Elateridae*) sugukond on üks liigirikkamaid putukate sugukondi, kuhu kuulub umbes 10 000 liiki (Traugott *et al.*, 2015). Naksurlaste sugukonda kuuluvad kahjurid on majanduslikult tähtsad, sest nende vastsed võivad kahjustada või hävitada kogu saagi (Traugott *et al.*, 2015; Milosavljevic *et al.*, 2016). Euroopas tekitavad kõige rohkem kahju 8 naksurlaste liiki, kes toituvad peaaegu kõikidest põllumajanduskultuuridest (Ritter & Richter, 2013). Emane naksurlane muneb juunis-juulis mulda 20–100 muna (Buczacki & Harris, 2010; Ritter and Richter, 2013). Vastsed kooruvad umbes kuu aja pärast ja toituvad teraviljade, köögiviljade ja liblikõieliste kultuuride juurtest (Buczacki & Harris, 2010; Milosavljevic *et al.*, 2016). Üksikud naksurlaste liigid on spetsialiseerunud kindlatele peremeestaimedele (Traugott *et al.*, 2015). Silindrikujulised, kuldse, kollase või pruunika värvusega sitke kehaehitusega 25 mm pikkused naksurlaste tõugud võivad vastsestaadiumis olla kuni viis aastat (Buczacki & Harris, 2010). Vastsete uuristatud mugulate ja juurte käike võivad hiljem asustada teod (Buczacki & Harris, 2010) või hakkavad seal arenema haigustekitajad (Parker & Howard, 2001; Willis *et al.*, 2010; Traugott *et al.*, 2015). Valmikute kahjustus mõjutab saaki vähe (Bettiga, 2013). Mullas elavate vastsete tõrjeks

puuduvad efektiivsed insektitsiidid. Naksurlasi on võimalik tõrjuda korraliku mullaharimisega, muldade lupjamisega ja vähemkahjustatavate kultuuride (lina, uba ja hernes) kasvatamisega (Lõiveke, 1995).

1.4. Ristõieliste taimede kaitsemehhanismid

Ristõielistel taimedel on taimtoiduliste putukate vastu välja kujunenud erinevad kaitsemehhanismid. Väljakujunenud mehhanismid on olemuslikud ja indutseeritud (Pierre *et al.*, 2012), otsesed või kaudsed (Ahuja *et al.*, 2010). Indutseeritud kaitse aktiveerub, kui taim ründab kahjur (Zhang *et al.*, 2008; Pierre *et al.*, 2012). Olemuslik kaitse on taimes alati olemas (Pierre *et al.*, 2012).

Kahjustatud taimed emiteerivad lenduvaid ühendeid lehtede kaudu. Lenduvatel ühenditel on taimede elutegevuses tähtis roll, kuna taim toodab lenduvaid ühendeid kahjustuse korral. Lenduvate ühendite liik sõltub kahjustusest, sest mehaanilise vigastuse korral toodab taim lenduvaid ühendeid, mis erinevad ühenditest putukate kahjustuse korral (Turlings *et al.*, 1995; Pierre *et al.*, 2011).

Mehhanismide kasutus sõltub ristõielise taimede keemilisest toimest kindla putukaliigi vastu. Taim kasutab indutseeritud kaitset, kui putukate rünnakud on sagedased ja toksiliste metaboliitide tootmine on energeetiliselt kulukas. Ristõieline taim toodab toksilisi ainevahetusprodukte, kas kahjurputukate mürgitamiseks, mille puhul on tegemist otsese kaitsemehhanismiga, või nende putukate vaenlaste meelitamiseks, mis on kaudne kaitse. Lisaks kaitsemehhanismidele on taimedel kujunenud välja putukate tõrjeks keemilised ja füüsilised tõkked, mis avalduvad kindla putuka rünnaku puhul (Ahuja *et al.*, 2010). Nendeks on kaitseproteiinid, lenduvad ühendid, toksilised sekundaarmetaboliidid ja paksenenud kattekude (epidermis). Tõketega nagu okkad ja ogad tõrjub taim kahjurputukaid ja vähendab nii kahjustust. Taim kas peletab lõhnaga eemale kahjurputukaid või vähendab oma kudede seeditavuse (Mello & Silva-Filho, 2002; Ahuja *et al.*, 2010).

Ristõieliste sugukonna taimed kasutavad lenduvaid ühendeid ümbritseva keskkonnaga suhtlemiseks. Gaasivahetusel eraldavad taimed atmosfääri lenduvaid ühendeid, millega mõjutavad taim-kahjuri suhet ja taimede vastupidavust stressile. Need lenduvad ühendid on

rasvhapped, metüüljasmonaat, indool ja metüülsalitsülaad ning isopropeenid, mis muutuvad terpeenideks. Taim toodab lenduvaid ühendeid glükosinolaatide lagunemise tagajärjel, mida põhjustavad reaktsioonid kudede kahjustamisel. Seega lenduvate ühendite tootmine on otseselt seotud kahjustusega (Kishimoto *et al.*, 2005; Ahuja *et al.*, 2010). Taimed toodavad glükosinolaate kaitseks taimtoiduliste putukate tõrjeks (Ahuja *et al.*, 2010), kuid ristõielistele kultuuridele spetsialiseerunud kahjurputukatele toimivad glükosinolaadid meelitisena (Mänd *et al.*, 2008). Glükosinolaadid moodustavad mittelenduvate ja väävlit sisaldavate sekundaarsete metaboliitide rühma, mis on olemas kõikides kultiveeritavates ristõielistes. Glükosinolaatide sisaldus ja koostis sõltub ristõieliste liigist, agrotehnilistest võtetest ja kliimatingimustest, kuid nende sisaldus suureneb putukate rünnaku korral. Glükosinolaatide sisaldus on kõrgem nooremas kasvufaasis taimedel (Mänd *et al.*, 2008).

Ristõielised taimed sisaldavad rohkelt väävlit. Väävlit vajavad taimed arenguks ja väävlit sisaldavate kaitseainete sünteesiks. Väävlit kasutatakse veel glükosinolaatide ja fütoaleksiinide tootmiseks. Valk tsüsteniin on algallikaks väävli assimilatsiooniks, millest tekivad väävlirikad valgud, ja glükosinolaatide ning fütoaleksiinide sünteesiks (Ahuja *et al.*, 2010).

1.5. Roheline seep

Roheline seep ehk hüdrolüüsil tekkinud rasvhappe kaaliumisool koosneb glütseroolist ($\text{HOCH}_2\text{-CH(OH)CH}_2\text{OH}$) ja kõrgematest karboksüülhapetest ehk rasvhapetest (Abdel-Moniem *et al.*, 2004). Rohelist seepi kasutatakse nii pesuaine, pestitsiidi, herbitsiidi kui ka fungitsiidina (Reregistration Eligibility..., 1992).

Rohelisel seebil on taimekaitses mitu funktsiooni. Rohelise seebi lisamisel taimsele ekstraktile suureneb taimsete toimeainete mõju kahjurputukatele (Ploomi *et al.*, 2014, 2015). Ploomi *et al.* (2015) läbiviidud katse kilpjalaekstrakti ja kilpjalaekstrakti ning rohelise seebi lahusega näitas, et suur-kapsaliblika (*Pieris brassicae* L.) röövikute suremus oli olulisemalt kõrgem rohelise seebi ja taimse ekstrakti koostoimes. Lisaks kiirendas rohelise seebi lisamine kahjurputukate suremust.

Rohelise seebi lisamine pritsimislahusele suurendab ka lahuse kleepuvust (Luik, 2012). Eriti pehmekehaliste putukate pritsimisel rohelise seebi lahusega pidurdub putukate ainevahetus, sest roheline seep takistab putukate rakumembraani läbilaskvust, mille tagajärjel nad hukkuvad (Luik, 2012). Rohelise seebi liigsel kasutamisel võib putukatel kujuneda resistentsus rohelise seebi vastu (Olkowski, 1991).

2. MATERJAL JA METOODIKA

Põldkatsed viidi läbi 2015. ja 2016. aastal maist juulini Eesti Maaülikooli (EMÜ) Eerika katsepõllul. Naeri juurviljade kahjustuste hindamine tehti EMÜ taimekaitse osakonna laboris.

2.1. Katsekultuur

Katses kasvatati naerisorti 'Goldana'. Sordi valimisel lähtuti sellest, et sort 'Goldana' on tuntud naerisort ja sordil on lühike kasvuaeg, 30–60 päeva. Põllule istutati EMÜ taimekaitse osakonna laboris ette kasvatatud taimed. Naeritaimede ettekasvatamist nõudis katseaastate katseala põldkatsete korralduslik skeem. 2015. aastal istutati ettekasvatatud naeritaimed katsealappidele 11. mail ja koristati 13. juulil. 2016. aastal istutati naeritaimed 13. mail ja koristati 14. juulil.

2.2. Katseputukad

Käesolevas magistritöös hinnati järgmiste naeri juurviljade kahjurite kahjustust:

1. Kapsakärbes
2. Öölased
3. Naksurlased

Öölased ja naksurlased tuvastati perekonnani, sest kahjustuspildi järgi ei ole võimalik liike määrata.

2.3. Küüslauguekstraktid

Katsetes pritsimiseks kasutatud küüslauguekstraktid valmistati:

- värskest küüslaugust (taliküüslaugusort 'Ziemiai')
- küüslaugupulbrist (tootja: Kadastiku küüslauguköök)

Iga pritsimiskorra jaoks valmistati uued küüslauguekstraktid, mis eelnevalt 24 h seisis ja enne pritsimist kurnati ja lahjendati soovitud kontsentratsioonini.

2015. aastal oli katses 3 töötlusvarianti 4 korduses:

- 1) 2% küüslaugupulbri ekstrakt
- 2) 2% värske küüslaugu ekstrakt
- 3) kontroll (vesi + roheline seep)

Kõikidele lahustele lisati kleepuvuse tõstmiseks rohelist seepi (5 mL/ 1 liitri kohta).

2016. aastal oli katses 4 töötlusvarianti 3 korduses:

- 1) 4% küüslaugupulbri ekstrakt
- 2) 4% värske küüslaugu ekstrakt
- 3) kontroll (vesi + roheline seep)
- 4) kontroll (puhas vesi)

Lahustele lisati kleepuvuse parandamiseks rohelist seepi (5 mL/ 1 liitri kohta).

Kontrollvariandile (puhas vesi) rohelist seepi ei lisatud.

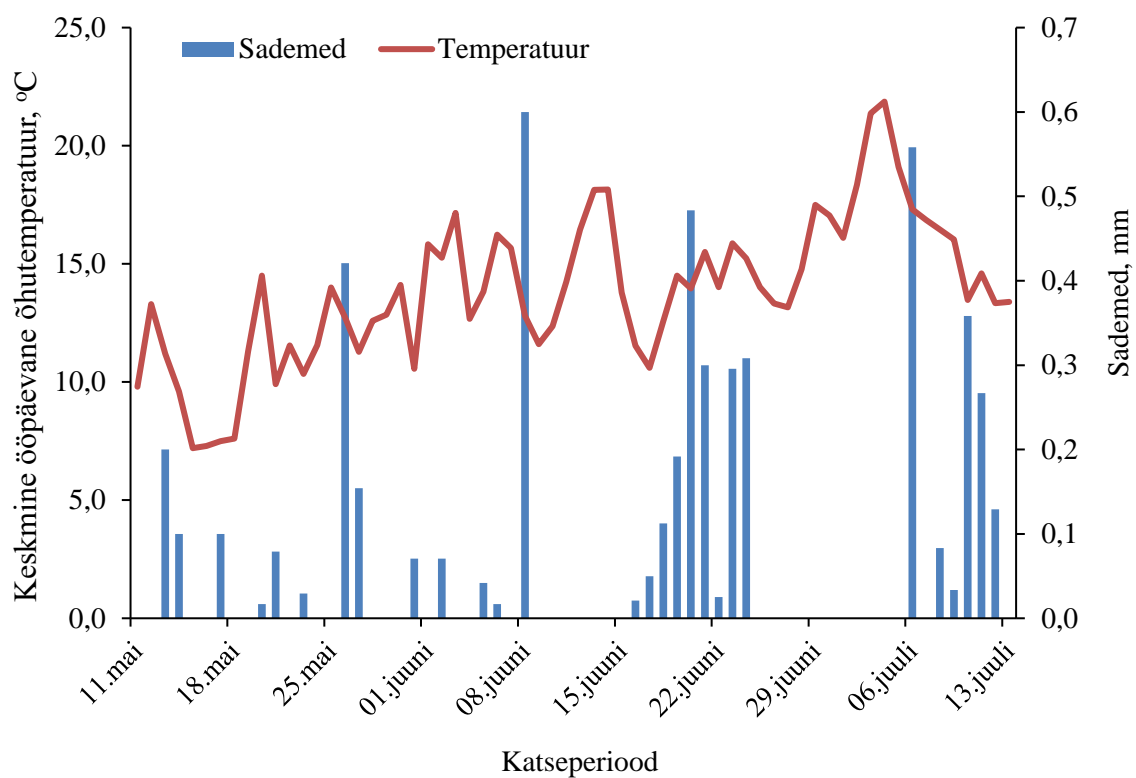
Katselappe pritsiti taimede istutuspäeval ja edaspidi 10 päevaste vahedega kuni koristuseni käsipritsiga (Hozelock promo 5 L, UK).

2.4. Naeri juurviljade kahjustuste hindamine

Naeri juurviljade massi ja kahjustuse määramiseks võeti nii 2015. kui 2016. aastal naeri koristuspäeval igalt katselapilt juhuslikult 25 naeritaime. Samal päeval juurviljad kaaluti ja hinnati kapsakärbeste, öölaste ja naksurlaste kahjustuse esinemine. Arvutati juurviljade keskmine mass (g).

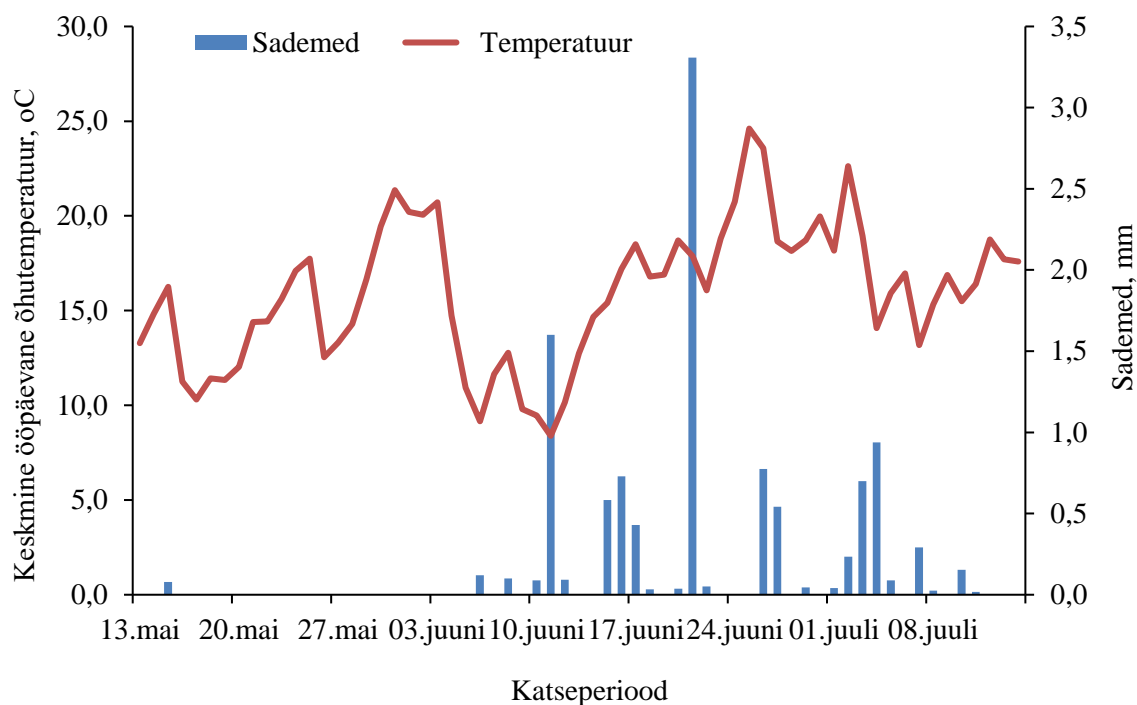
2.5. Ilmastikuandmed

Katseaastate ilmastikuandmed pärinevad Riigi Ilmateenistusest. 2015. aasta ilmastikuandmeid iseloomustab joonis 1 ja 2016. aasta ilmastikuandmed on esitatud joonisel 2.



Joonis 1. Keskmine ööpäevane õhutemperatuur ja sademed perioodil 11.05.–13.07.2015.

2015. aasta mai keskmine temperatuur oli +11,0 °C, juuni keskmine temperatuur +14,6 °C ja juulis oli +16,8 °C.



Joonis 2. Keskmine ööpäevane õhutemperatuur ja sademed perioodil 13.05.–14.07.2016.

2016. aastal oli mai keskmine temperatuur +14,6 °C, juunis +16,2 °C ja juulis oli keskmine temperatuur +17,0 °C.

2.6. Statistiline analüüs

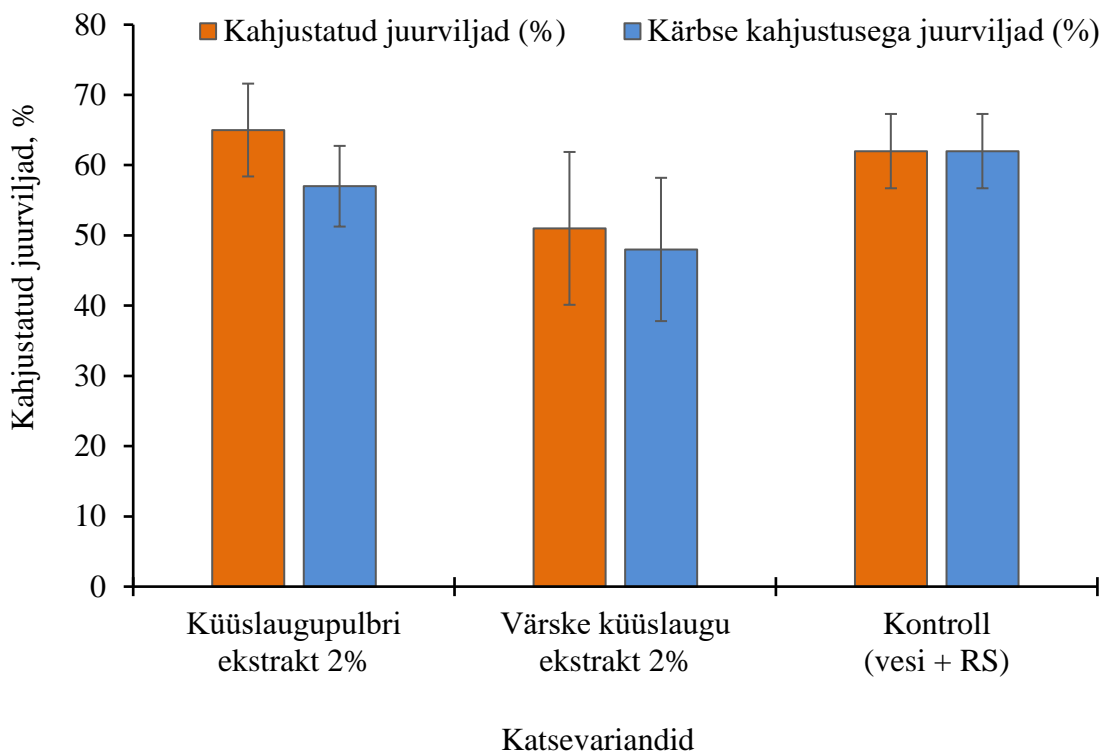
Andmete statistiliseks analüüsiks kasutati andmetöötlus- ja statistikaprogrammi STATISTICA 13 (StatSoft, Inc.). Töötluslahuste toime hindamiseks kasutati ühefaktorilist dispersioonanalüüsi (ANOVA) ja Fisher LSD post-hoc testi ($p < 0,05$). Jooniste tegemiseks kasutati programmi Microsoft Excel.

3. TULEMUSED

Naerikahjurite kahjustuste hindamisel selgus, et peamiselt kaevandasid naeri juurviljades kapsakärbe vastsed. Öölaste ja naksurlaste poolt kahjustatud juurvilju oli vähe. Joonistel 3 ja 4 on esitatud kahjustatud juurviljade ja kapsakärbse kahjustusega juurviljade arv protsentides. Kahjustatud juurviljade andmed sisaldavad nii kapsakärbse, öölaste kui naksurlaste poolt kahjustatud naeri juurvilju kokku. Kuna põhiline kahjur oli kapsakärbes, siis on joonistel kärbe kahjustusega juurviljad eraldi välja toodud. Töötluslahuste mõju naeri juurviljade keskmisele massile (g) mõlemal katseaastal on esitatud joonisel 5.

3.1. Kүүslauguekstraktide toime naeri juurviljade kahjustusele 2015. aastal

2015. aasta katsetulemused näitasid, et üle poole kүүslauguekstraktidega pritsitud naeritaimede juurviljadest olid kahjustatud (joonis 3).

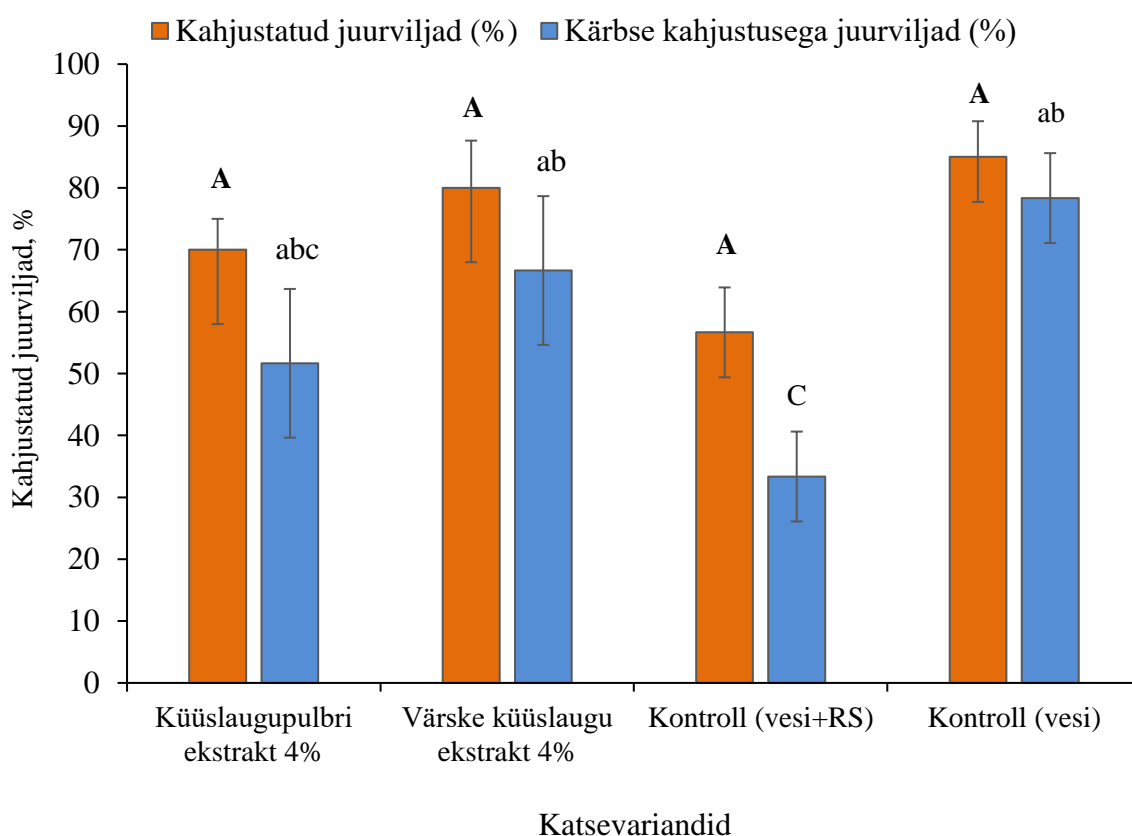


Joonis 3. Kүүslauguekstraktide toime naeri juurviljade kahjustusele 2015. aastal. Vurrud joonisel näitavad standardviga. RS – roheline seep.

Katseandmete statistiline analüüs järgi erinevus katsevariantide vahel puudus. Läbiviidud ühefaktorilise dispersioonanalüüsi tulemus oli üle 0,05 ($F_{2,9} = 0,86$, $p = 0,456$), seega saab väita, et küüslauguekstraktid antud katseaastal naerikahjuritele peletavat toimet ei avaldanud.

3.2. Küüslauguekstraktide toime naeri juurviljade kahjustusele 2016. aastal

2016. aastal oli kõige vähem kahjustatud kontrollvariant, millele oli lisatud rohelist seepi (joonis 4).



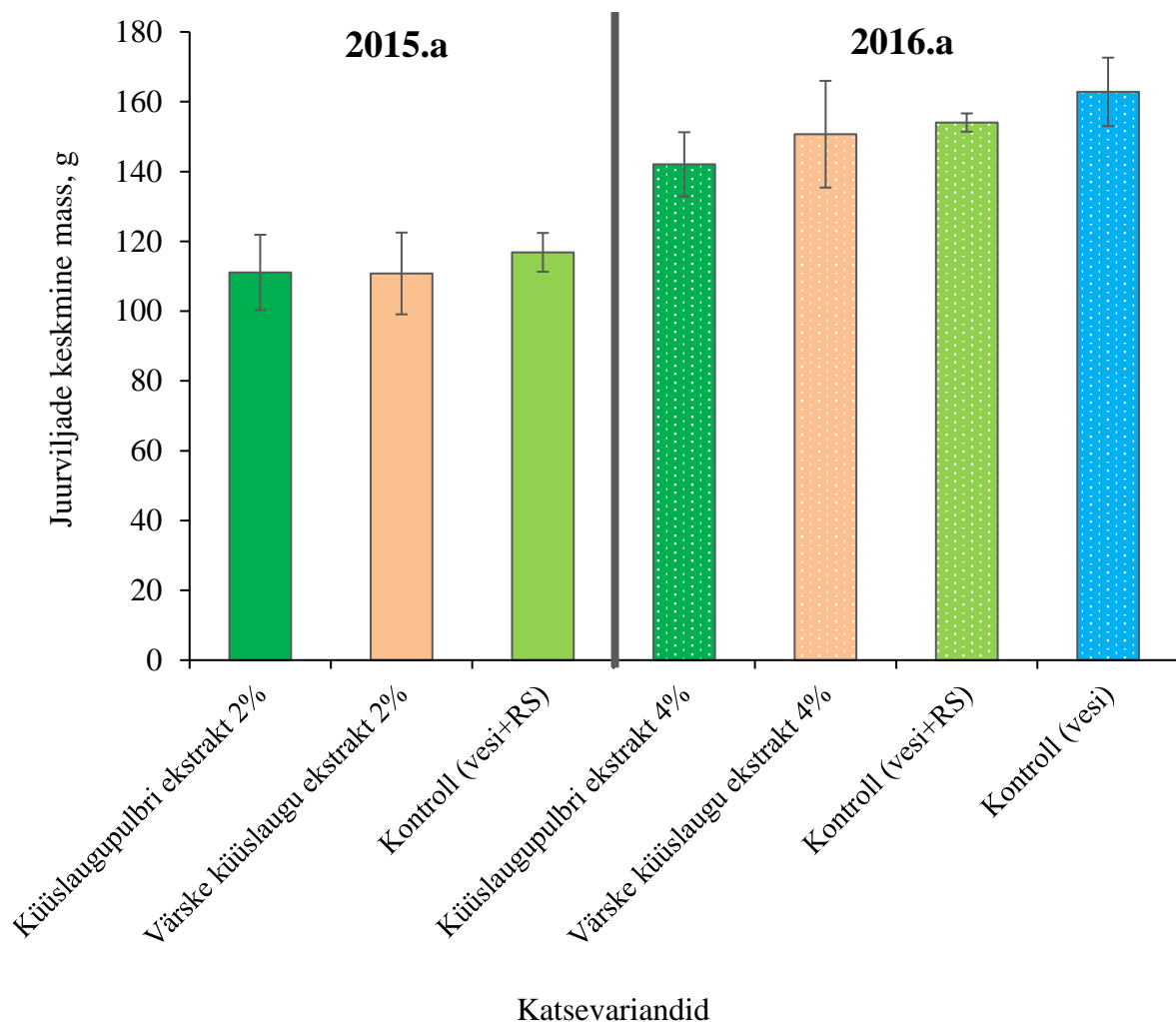
Joonis 4. Küüslauguekstraktide toime naeri juurviljade kahjustusele 2016. aastal. Statistiliselt usaldusväärsed erinevused on märgitud erinevate tähtedega (ANOVA, Fisher LSD test, $p < 0,05$). Vurrud joonisel näitavad standardviga. RS – roheline seep.

Naeri kahjustustatud juurviljade omavahelisel võrdlemisel katsevariantide vahel statistiliselt usaldusväärne erinevus ei leitud (ANOVA: $F_{3,8} = 3,68$; $p = 0,062$). Rohelise seebiga kontrollvariandis esines oluliselt vähem kapsakärbse kahjustusega juurvilju (ANOVA: $F_{3,8}$

= 3,84; $p = 0,046$) kui värske küüslaugu ekstraktiga pritsitud variandis (Fisher LSD test, $p = 0,044$) ja puhta veega kontrollvariandis (Fisher LSD test, $p = 0,012$).

3.3. Küüslauguekstraktide toime naeri juurviljade massile 2015. ja 2016. aastal

Küüslauguekstraktid naeri juurviljade massi ei mõjutanud (joonis 5).



Joonis 5. Küüslauguekstraktide toime naeri juurviljade keskmisele massile (g) 2015. ja 2016. aastal. Vurrud joonisel näitavad standardviga. RS – roheline seep.

Katsetulemustest selgus, et küüslauguekstraktid ei mõjutanud naeri juurviljade massi ei 2015. (ANOVA: $F_{2,9} = 0,12$; $p = 0,886$) ega ka 2016. aastal (ANOVA: $F_{3,8} = 0,70$; $p = 0,557$).

2015. aastal oli erinevate katsevariantide naeri juurviljade keskmine mass 111–117 g ja
2016. aastal 142–163 g.

4. ARUTELU

Kaheaastase katse tulemustest selgus, et küüslauguekstraktid kapsakärbest ei tõrjunud. Öölaste ja naksurlaste kahjustust leiti naeri juurviljade hindamisel vähe, mida võib seletada asjaoluga et nende kahjurite arvukus võis katseaastatel olla väga madal, kuid ei saa välistada ka küüslauguekstraktide toimet.

Emased kapsakärbsed nagu ka öölased leiavad peremeestaimed üles taimedest lenduvate ühendite abil (Neveu *et al.*, 2002; Ahuja *et al.*, 2010; Pierre *et al.*, 2011). Kärbsed laskuvad taime lehtedele ja käppadel asuvate tundekarvakeste abil hinnatakse lehtede pinna keemilise koostise järgi taime sobivust. Kapsakärbestele on tähtis eelkõige glükosinolaatide sisaldus (Marazzi *et al.*, 2004a).

Glükosinolaadid sisaldavad nii lämmastikku kui väävlit ja seetõttu mõjutavad lisaks antavad lämmastik- ja väävelvæetised nende sisaldust köögiviljades (Falk *et al.*, 2007; Groenbaek *et al.*, 2016; Park *et al.*, 2017). Kapsasrohu (*Brassica*) perekonda kuuluvates liikides (sealhulgas naeris) on glükosinolaate 1,7–8% kogu taime väävlisisaldusest (Fieldsend & Milford, 1994; Blake-Kalff *et al.*, 1998). Taimede väävlisisalduse muutumine võib mõjutada glükosinolaatide sisaldust, see taimede vastuvõimet kahjuritele (Falk *et al.*, 2017).

Kapsakärbes kui ristõielistele spetsialiseerunud kahjur eelistab munemiseks väävliga väetatud taimi (Marazzi *et al.*, 2004a,b). Mitmete autorite arvates aga võivad ristõielistele spetsialiseerunud kahjurputukad olla glükosinolaatide suhtes resistentsed (Ratzka *et al.*, 2002; Wittstock *et al.*, 2004; Falk & Gershenzon, publitseerimata andmed) ning valida toidutaimi pigem toitainete sisalduse kui glükosinolaatide sisalduse järgi (Falk *et al.*, 2017). Antud katses kasutatud küüslauguekstraktides sisalduvad väävliühendid võisid naeritaimede glükosinolaatide sisaldust küll suurendada, kuid mitte nii oluliselt, et kapsakärbeste kahjustus oleks küüslauguvariantides kõrgem. Kuid samas on võimalik, et kapsakärbsed peale lenduvate ühendite (sealhulgas glükosinolaadid) abil taimele jõudmist veenduvad peremeestaima sobivuses, kuid glükosinolaatide kõrgem või madalam sisaldus konkreetse munemiskoha valikul enam edasist rolli ei oma.

Giamoustaris & Mithen (1995) andmetel vähendab glükosinolaatide taseme tõus mitmetoiduliste putukate kahjustust. Mitmetoidulisele uitööläsele (*Spodoptera exigua* Hübner) mõjuvad glükosinolaadid ja nende laguproduktid tõrjuvalt (Arany *et al.*, 2008; Gigolashvili *et al.*, 2007; Müller *et al.*, 2010). Praeguses uurimuses võisid naeritaimede glükosinolaadid öölastele ja naksurlastele samuti peletavalt mõjuda.

Naeri juurviljade saak oli kõikides katsevariantides ühesugune, mis näitab et küüslauk ei avaldanud naeri juurviljade saagile mõju. Esimesel katseaastal jäi saagikus madalamaks kui teisel katseaastal, mida võis mõjutada kasvuperioodi alguse jahedam temperatuur.

KOKKUVÕTE

Käesoleva töö eesmärgiks oli selgitada küüslaugupulbri ja värskest küüslaugust valmistatud ekstraktide mõju naeri juurviljade kahjuritele ja naeri juurviljade massile.

Saadud tulemused võib kokku võtta alljärgnevalt:

- Küüslauguekstraktid ei vähendanud naeri juurviljade kahjustust. Küüslaugupulbri ja värske küüslaugu ekstraktide toime üksteisest ei erinenud
- Mõlemal katseaastal oli üle poole naeri juurviljadest kahjustatud. Kõige enam tekitas kahju kapsakärbes, naksurlaste ja öölaste kahjustus oli väike
- Naeri juurviljade keskmine mass oli kõikides katsevariantides ühesugune, mis näitab et küüslauk ei avaldanud naeri juurviljade saagile mõju

Hüpoteesid kinnitust ei leidnud. Küüslauguekstraktid naerikahjurite arvukust ei vähendanud. Värske küüslaugu ekstraktil ei olnud tugevamat toimet kui küüslaugupulbri ekstraktil. Küüslauguekstraktidel naeri juurviljade keskmisele massile mõju ei avaldanud.

Uurimistööst tulenevad soovitusel:

Kuigi antud uurimistöös küüslauguekstraktidel mõju puudus soovitan küüslauguekstraktide toime selgitamisega naeritaimedel jätkata, sest kirjanduse andmetel on küüslauk mõjunud efektiivselt pehmekehalistele putukatele näiteks lehetäid (*Aphididae*). Samuti tuleks uurida küüslaugu peletavat mõju ristõieliste kultuuride liblikalistele kahjuritele.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. **Abdel-Moniem, A.S.H., Gomaa, A.A., Dimetry, N.Z., Wetzel, T. & Volkmar, C.** (2004). Laboratory evaluation of certain natural compounds against the melon ladybird beetle, *Epilachna crysolmelidae* F. attacking cucurbit plants. – Archives of Phytopathology and Plant Protection **37**, 71–81.
2. **Ahuja, I., Rohloff, J., & Magnar Bones, A.** (2010). Defence mechanisms of brassicaceae: Implications for plant-insect interactions and potential for integrated pest management. A review. Agronomy for Sustainable Development, 30, 311-348.
3. **Arany, A. M., de Jong, T. J., Kim, H. K., van Dam, N. M., Choi, Y. H., Verpoorte, R. & van der Meijden, E.** (2008). Glucosinolates and other metabolites in the leaves of *Arabidopsis thaliana* from natural populations and their effects on a generalist and a specialist herbivore. Chemoecology 18, 65–71.
4. **Bettiga, L.J.** (2013). Click beetle. in grape pest management, University of California Division of Agriculture and Natural Resources, , 311-312.
5. **Blake-Kalff, M. M. A., Harrison, K. R., Hawkesford, M. J., Zhao, F. J. & McGrath, S. P.** (1998). Distribution of sulfur within oilseed rape leaves in response to sulfur deficiency during vegetative growth. Plant Physiology, 118, 1337–1344.
6. **Buczacki, S. & Harris, K.** (2010). Taimekahjurite ja -haiguste käsiraamat. Varrak, lk 5-528.
7. **Capinera, J. L.** (2001). Order *Diptera* - flies and maggots. Handbook of vegetable pests (First ed., pp. 197-242) Academic Press.
8. **Copping, L. G., & Duke, S. O.** (2007). Natural products that have been used commercially as crop protection agents. Pest Management Science, 63, 524-554.
9. **De Jong, R., & Städler, E.** (1999). The influence of odour on the oviposition behaviour of the cabbage root fly. Chemoecology, 9, 151-154.
10. **Falk, K. L., Tokuhisa, J. G. & Gershenzon, J.** (2007). The effect of sulphur nutrition on plant glucosinolate content: physiology and molecular mechanisms. Plant Biology, 9, 573–581.
11. **Fernandes, F., Valenta, V., Sousa, C., Pereira, J. A., Seabra, R. M., & Andrade, P. B.** (2007). Chemical and antioxidative assessment of dietary turnip (*Brassica rapa* var. *rapa* L.). Food Chemistry, 105, 1003-1010.
12. **Fieldsend, J. & Milford, G. F. J.** (1994). Changes in glucosinolates during crop development in single- and double-low genotypes of winter oilseed rape (*Brassica napus*): Production and distribution in vegetative tissues and developing pods during development and potential role in the recycling of sulphur within the crop. Annals of Applied Biology, 124, 531–542.
13. **Giamoustaris, A. & Mithen, R.** (1995). The effect of modifying the glucosinolate content of leaves of oilseed rape *Brassica napus* ssp. *oleifera* on its interaction with specialist and generalist pests. Ann Appl Biol 126, 347–363

14. **Gigolashvili, T., Yatusevich, R., Berger, B., Müller, C. & Flugge, U. I.** (2007). The R2R3-MYB transcription factor HAG1/MYB28 is a regulator of methionine-derived glucosinolate biosynthesis in *Arabidopsis thaliana*. *Plant J*, 51, 247-261.
15. **Groenbaek, M., Jensen, S., Neugart, S., Schreiner, M., Kidmose, U. & Kristensen, H. L.** (2016). Nitrogen split dose fertilization, plant age and frost effects on phytochemical content and sensory properties of curly kale (*Brassica oleracea* L. var. *sabellica*). *Food Chem.* 197, 530–538.
16. **Isman, M. B., Miresmailli, S. & Machial, C.** (2011). Commercial opportunities for pesticides based on plant essential oils in agriculture, industry and consumer products. *Phytochemistry Reviews*, 10(2), 197-204.
17. **Isman, M.B.** (1997). Neem and other botanical insecticides: barriers to commercialization. – *Phytoparasitica* 25 (4), 339–344.
18. **Jaastad, G., Trandemb, N., Hovland, B. & Mogan, S.** (2009). Effect of botanically derived pesticides on mirid pests and beneficials in apple. *Crop Protection*, 28, 309-313.
19. **Jarial, M.S.** (2001) Toxic effect of garlic extracts on the eggs of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae): a scanning electron micro-scopic study. *Journal of Medical Entomology*, 38, 446–450.
20. Kaalika ITK suunised. Kaalika (*Brassica napus* subsp. *napobrassica*) integreetitud taimekaitse. http://www.pikk.ee/upload/files/KAALIKAS_ITK_suunised.pdf (25.05.2017)
21. **Kishimoto K., Matsui K., Ozawa R. & Takabayashi J.** (2005) Volatile C6- aldehydes and allo-ocimene activate defense genes and induce resistance against *Botrytis cinerea* in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Cell Physiology*, 46, 1093–1102.
22. **Kimbaris, A., C., Kioulos, E., Koliopoulos, G., Polissiouc, M. G. & Michaelakisd, A.** (2009). Coactivity of sulfide ingredients: A new perspective of the larvicidal activity of garlic essential oil against mosquitoes. *Pest Management Science*, 69, 249-254.
23. Kүүslauk. Eesti Entsüklopeedia. <http://entsyklopeedia.ee/artikkel/k%C3%BC%C3%BCslauk3> (25.05.2017)
24. **Laiho, R., Silvan, N., Carcamo, H. & Vasander, H.** (2001). Effects of water level and nutrients on spatial distribution of soil mesofauna in peatlands drained for forestry in Finland. *Applied Soil Ecology*, 16(1), 1-9.
25. **Liang, Y., Kim, H. K., Lefeber, A. W. M., Erkelens, C., Choi, Y. H. & Verpoorte, R.** (2006). Identification of phenylpropanoids in methyl jasmonate treated brassica rapa leaves using two-dimensional nuclear magnetic resonance spectroscopy. *Journal of Chromatography A*, 1112, 148-155.
26. **Luik, A.** (2012). *Looduslikud vahendid mahepõllumajanduslikus taimekaitses*. Eesti Mahepõllumajanduse Sihtasutus, Tartu, 32 lk.
27. **Luik, A.** (2014). Teaduse tulek Eesti mahepõllumajandusse. Maaleht. <http://maaleht.delfi.ee/news/maamajandus/uudised/teaduse-tulek-eesti-mahepollumajandusse?id=70185665> (14.01.2017)
28. **Lõiveke, H.** (koost.). (1995). *Taimekaitse käsiraamat*. Tallinn, 389 lk.
29. MAK 2014-2020. Eesti maaelu arengukava 2014–2020. Kättesaadav https://valitsus.ee/sites/default/files/content-editors/arengukavad/mak_2014-2020.pdf (25.05.2017)

30. **Marazzi, C., Patrian, B. & Stadler, E.** (2004b). Secondary metabolites of the leaf surface affected by sulphur fertilization and perceived by diamondback moth. *Chemoecology*, 14, 81–86.
31. **Marazzi, C., Patrian, B., Stadler, E.** (2004a). Secondary metabolites of the leaf surface affected by sulphur fertilization and perceived by cabbage root fly. *Chemoecology*, 14, 87–94.
32. **Mello M. O. & Silva-Filho, M. C.** (2002) Plant-insect interactions: an evolutionary arms race between two distinct defense mechanisms. *Brazilian Journal of Plant Physiology* 14, 71–81.
33. **Metspalu, L.** (2017). Taimedega kahjurite vastu. Maheaedniku käsiraamat. Hea Lugu, 191 lk.
34. **Metspalu, L., Hiisaar, K.** (2002). Ristõieliste kultuuride kahjurid. Eesti Põllumajandusülikool, Taimekaitse Instituut. Tartu, 102 lk.
35. **Milosavljevic, I., Esser, A. D. & Crowdera, D. W.** (2016). Effects of environmental and agronomic factors on soil-dwelling pest communities in cereal crops. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 225, 192–198.
36. **Mänd, M., Hiisaar, K., Kuusik, A., Luik, A., Merivee, E. & Metspalu, L.** (2008). Ristõieliste õlikultuuride kahjustajaid pärssivate ja kasureid soodustavate ökoloogilis-ökonoomsete kasvatustehnoloogiate kompleksne arendamine. Eesti põllumajandusministeeriumi projekti aruanne, lk 70.
37. **Müller, R., de Vos, M., Sun, J.Y., Sonderby, I.E., Halkier, B.A., Wittstock, U. & Jander, G.** (2010). Differential effects of indole and aliphatic glucosinolates on lepidopteran herbivores. *J Chem Ecol* 36, 905–913.
38. Naeris. Eesti Entsüklopeedia. <http://entsyklopeedia.ee/artikkel/naeris2>
39. **Neveu, N., Grandgirard, J., Nenon, J. P. & Cortesero, A. M.** (2002). Systemic release of herbivore-induced plant volatiles by turnips infested by concealed root-feeding larvae *Delia radicum* L. *Journal of Chemical Ecology*, 28, 1717–1732.
40. **Olkowski, W.** (1991) *Common-Sense Pest Control: Least toxic solutions for your home, garden, pets and community*. Taunton Press, Newton, CT.
41. **Pallum, V.** (2000). Taimekaitse kõõgiljajaaas. Maalehe Raamat, lk 5–196.
42. **Pandey, U. B.** (2012). *Garlic. The handbook of herbs and spices* (Second ed., pp. 299–318). Cambridge: Woodhead.
43. **Park, Y.-J., Lee, H.-M., Shim, M., Arasu, M.V., Chung, D.Y., Al-Dhabi, N.A. & Kim, S.-J.** (2017). Effect of different proportion of sulphur treatments on the contents of glucosinolate in kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*) commonly consumed in Republic of Korea. *Saudi Journal of Biological Sciences*, In Press. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2017.04.012> (25.05.2015)
44. **Parker, W. E. & Howard, J. J.** (2001). The biology and management of wireworms (agriotes spp.) on potato with particular reference to the UK. *Agricultural and Forest Entomology*, 3, 85–98.
45. **Pierre, P. S., Dugravot, S., Cortesero, A. -, Poinot, D., Raaijmakers, C. E., Hassan, H. M. & van Dam, N. M.** (2012). Broccoli and turnip plants display contrasting responses to belowground induction by *Delia radicum* infestation and phytohormone applications. *Phytochemistry*, 73, 42–50.
46. **Pierre, P. S., Jansen, J. J., Hordijk, C. A., van Dam, N. M., Cortesero, A.-M. & Dugravot, S.** (2011). Differences in volatile profiles of turnip plants subjected to single and dual herbivory above- and belowground. *Journal of Chemical Ecology*, 73, 368–377.

47. **Ploomi, A., Metspalu, L., Luik, A., Jõgar, K., Hiiesaar, K., Sibul, I. & Kivimägi, I.** (2015). Roheline seep tugevdab taimsete tõmmiste toimet. *Agronoomia* 2015, 151-154.
48. **Ploomi, A., Metspalu, L., Luik, A., Jõgar, K., Kivimägi, I. & Sibul, I.** (2014). Põldosi tõrjub suurskapsaliblika röövikuid. Teaduselt mahepõllumajandusele. Konverentsi „Eesti mahepõllumajandus täna ja tulevikus“ toimetised, 76-79.
49. **Prowse, G. M., Galloway, T. S. & Foggo A.** (2006). Insecticidal activity of garlic juice in two dipteran pests. *Agricultural and Forest Entomology*, 8, 1-6.
50. **Põldma, P.** (2015). Kүүsلاuguta ei saa hakkama kүүgis ega koduapteegis. Kuidas kasvatada ilusat kүүsلاuku? Maakodu, 02.04.2015. <http://maakodu.delfi.ee/news/maakodu/aed/ilusa-kuuslaugu-saladus?id=71085525> (25.05.2017)
51. **Ratzka, A., Vogel, H., Kliebenstein, D. J. & Mitchell-Olds, T.** (2002). Disarming the mustard oil bomb. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* 99, 11223–11228.
52. Reregistration Eligibility Decision Document (RED): Soap Salts.1992. EPA-738-R-92-015; U. S. Environmental Protection Agency, Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substances. U.S. Government Printing Office, Washington, DC. https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/reg_actions/reregistration/red_PC-080301_1-Apr-98.pdf (25.02.2017)
53. **Ribeiro, R. C., Zanuncio, T. V., De Sousa Ramalho F., Da Silva, C. A. D., Serrão, J. E. & Zanuncio, J. C.** (2015). Feeding and oviposition of *Anticarsia gemmatilis* (Lepidoptera: Noctuidae) with sublethal concentrations of ten condiments essential oils. *Industrial Crops and Products*, 74, 139-143.
54. **Ritter, C. & Richter, E.** (2013). Control methods and monitoring of agriotes wireworms (Coleoptera: Elateridae). *Journal of Plant Diseases and Protection*, 120(1), 4-15.
55. **Sasaki, K. & Takahashi, T.** (2002). A flavonoid from *Brassica rapa* flower as the UV -absorbing nectar guide. *Phytochemistry*, 61: 339-343.
56. **Shah, B., Ayub, F. & Ahmed, N.** (2015). Population dynamics of aphids on turnip (*Brassica rapa*) in Peshawar. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 3(3), 348-349.
57. **Singh, V. K. & Singh, D. K.** (2008). Pharmacological effects of garlic (*Allium sativum* L.). *Annual Review of Biomedical Sciences*, 10, 6-26.
58. **Smilli, S.** Are 'neeps' swedes or turnips? *The Guardian*, 2010. (25.05.2015)
59. **Zhang, P.J., Shu, J.P., Fu, C.X., Zhou, Y., Hu, Y., Zalucki, M.P. & Liu, S.S.** (2008). Trade-offs between constitutive and induced resistance in wild crucifers shown by a natural, but not an artificial, elicitor. *Oecologia*, 157, 83-92.
60. **Traugott, M., Benefer, C. M., Blackshaw, R. P., van Herk, W. G. & Vernon, R. S.** (2015). Biology, ecology, and control of elaterid beetles in agricultural land. *Annual Review of Entomology*, 60, 313-334.
61. **Turlings, T. C. J., Loughrin, J. H., McCall, P. J., Rose, U. S. R., Lewis, W. J. & Tumlinson, J. H.** (1995). How caterpillar-damaged plants protect themselves by attracting parasitic wasps. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 92, 4169-4174.
62. Turnip 'Goldana'. <http://www.seedaholic.com/turnip-goldana.html>. (01.04.2017)

63. **Vetemaa, A., Mikk, M.** (koost.). 2017. Mahepõllumajandus Eestis 2016. Organic farming in Estonia 2016. Tartu, Eesti Mahepõllumajanduse Sihtasutus. 59 lk.
64. **Willis, R. B., Abney, M. R. & Kennedy, G. G.** (2010). Survey of wireworms (*Coleoptera: Elateridae*) in North Carolina sweet potato fields and seasonal abundance of *Conoderus vespertinus*. Journal of Economic Entomology, 103, 1268-1276.
65. **Wittstock U., Agerbirk, N., Stauber, E.J., Olsen, C.E., Hippler, M., Mitchell-Olds, T., Gershenzon, J. & Vogel, H.** (2004). Successful herbivore attack due to metabolic diversion of a plant chemical defense. Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA, 101, 4859–4864.
66. **Yang, F., Zhu, F. & Lei, C.** (2012). Insecticidal activities of garlic substances against adults of grain moth, sitotroga cerealella (*Lepidoptera: Gelechiidae*). Insect Science, 19, 205-212.

THE INFLUENCE OF GARLIC EXTRACTS ON TURNIP PESTS

SUMMARY

Cabbage root fly (*Delia radicum* L.) and turnip root fly (*Delia floralis* L.) are economically important pests that reduce the quality of the most mustard family crops. Larvae of turnip pests mine in the turnip roots, making vegetables unsuitable for marketing and consumption.

Pest management is particularly important problem in growing turnips organically, since in organic farming is strictly limited in the usage of pest management products. According to the literature, garlic extract has insecticidal influence and could be used for turnip pest management.

Turnips are originally from Mediterranean region and now are cultivated Europe, Asia and America. In Europe, turnips are more widely grown in cooler areas as turnip vegetables grow well in cool climate and can be stored for several months after harvest.

According to the literature data, garlic extract has insecticidal or repellent influence on pests. The influence depends on the insect species. Garlic affects common house fly (*Musca domestica* L.) larvae and eggs. Application of solution of garlic extract resulted in a thickening of the shells of the eggs of flies, while at the same time, the larvae developed normally, but later failed to hatch because of the thickened shell of the egg. In addition, garlic extract has repellent effect on velvetbean moth *Anticarsia gemmatilis* Hübner and mirid bugs. The influence of garlic extract depends on the species.

Mustard plants contain high amount of sulphur. Sulphur is needed for the development of plants and for production of sulphur-containing volatiles. Sulphur is used to produce more glucosinolates, as plants use these volatiles for protection from feeding insects or to attract predators of the feeding insects after the damage. Cabbage root fly finds host plant due to glucosinolates.

Experiments of the thesis were carried out in 2015 and in 2016 with the aim to evaluate the influence of garlic extract on turnip pests and turnip vegetable mass. In the experiments was used turnip cultivar *Brassica rapa* subsp. *rapa* 'Goldana' due its short growing season.

Additionally, were used solutions of fresh garlic and garlic powder extracts and solutions of fatty acid potassium salt and water.

During both years of experiments, most of the half of the turnip vegetables were damaged by turnip pests. Most important pests were cabbage fly, click beetles and cutworms, whose larvae mine in vegetables.

The hypotheses were not confirmed. Garlic extract concentrations used in the experiments did not reduce the damage of turnip pests. Additionally, fresh garlic extract and garlic powder extract did not differ from each other.

Garlic extract did not reduce the turnip root damage. According to the literature data, the garlic extracts have influence on mortality of turnip pests, but experiments of this Master's Thesis showed that garlic extracts did not affect turnip pests.

**Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning
juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta**

Mina, Elen Horeva,
(*autori nimi*)
sünniaeg 26.08.1993,

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö

Küüslauguekstraktide toime naerikahjuritule,

(*lõputöö pealkiri*)

mille juhendaja(d) on_teadur Angela Ploomi, PhD, dotsent Katrin Jõgar, PhD

(juhendaja(te) nimi)

(juhendaja(te) nimi)

- 1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,
- 1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja
- 1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor _____
(*allkiri*)

Tartu, _____25.05.2017_____
(*kuupäev*)

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta.

Luban lõputöö kaitsmisele.

(*juhendaja nimi ja allkiri*)

(*kuupäev*)

(*juhendaja nimi ja allkiri*)

(*kuupäev*)